가변 블록 DCT를 이용한 영상 검색 기법

김동우[†] · 서은주[†] · 윤태승[††] · 안재형[†††]

요 약

본 논문은 JPEG/MPEG과 같은 영상 압축에 사용되는 DCT(Discrete cosine transform)의 DC 성분으로 영상을 검색하는 방법을 개선한 기법을 제시한다. 기존의 방법은 DCT의 블록 크기를 고정한 후 DC 비교로 검색한다. 이 방법은 블록 크기를 늘리면 검색 속도는 빠르지만 정보의 정확성이 떨어진다. 반대로 블록 크기를 줄이면 정보의 정확성은 높아지나 검색 속도가 느려지는 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해 가변 블록 DCT를 제안한다. 이 기법은 우선 각 블록의 객체 영역 존재를 판단하여, 영상영역 패턴 테이블을 작성한다. 그 후 이 테이블을 이용하여 객체가 있는 영역에서 블록 크기를 줄이고, 그 밖의 영역에서는 블록 크기를 늘려 블록 크기를 가변 한다. 제안한 가변 블록 DCT 영상 검색 기법을 사용 시 정확성이 15%정도 향상되었다. 한편 동일 패턴의 영상이 거의 없는 경우에는 영상영역패턴 비교만으로 빠르게 검색할 수 있다.

Image Retrieval using Variable Block Size DCT

Dong-Woo Kim[†], Eun-Ju Suh[†], Tae-Sung Yun[††] and Jae-Hyeong Ahn[†††]

ABSTRACT

In this paper, we propose the improved method for retrieving images with DC element of DCT that is used in image compression such as JPEG/MPEG. The existing method retrieves images with DC of fixed block size DCT. In this method, the increase in the block size results in faster retrieving speed, but it lessens the accuracy. The decrease in the block size improves the accuracy, however, it degrades the retrieving speed. In order to solve this problem, the proposed method utilizes the variable block size DCT. This method first determines the existence of object regions within each block, and then creates an image region table. Based on this table, it determines the size of each block, following a simple rule; decrease the block size in the object regions, and increase the block size in the background regions. The proposed method using variable block size DCT improves about 15% in terms of the accuracy. Additionally, when there rarely exist images of same pattern, it is able to retrieve faster only by comparing the image region patterns.

1. 서 론

현재 우리가 접하는 멀티미디어 정보 중 영상과 같이 다양한 형태의 데이터들은 그것과 연관된 텍스트나 키워드를 사용하는 기존의 검색 방법으로는 그 영상을 제대로 묘사해 주지 못한다. 기존 검색 방법은 각 영상에 입력된 초기 텍스트 정보에 전적으로 의존한다. 때문에 만약 질의어가 초기에 묘사되지 않은 영상 속성을 참조하게 되면 검색은 대부분 실패하게 된다. 따라서 모양, 색상, 질감 등의 성분을 이용한 검색 방법이 필요하게 되었다.

영상 정보의 검색 중 모양을 이용한 방법은 응용 분야에 의존하는 모양 데이터가 미리 등록되어야 한다는 조건 때문에 특수한 검색 시스템에 국한되어 사용된다[1]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 색상과 질감을 이용한 방법이 연구되었다.

일반적으로 색상을 이용한 경우 히스토그램 방법

† 준회원, 충북대학교 정보통신공학과(석사과정)
†† 준회원, 충북대학교 정보통신공학과 박사 재학
††† 정회원, 충북대학교 전기 전자 공학부 교수

을 사용한다. 이 경우 알고리즘이 간단하고 물체의 회전이나 변화 등에 강하나, 화소의 구성 값들에 대한 분포율을 나타내므로 대략적인 구분 정보만을 가지게 되며 세부적인 영상의 특성을 잘 나타내지 못한다[2].

영상의 질감정보를 이용한 방법은 대부분이 영상의 통계적 성질을 이용하거나 질감 패턴의 구조적 특징을 이용한다. 그러나 이 방법은 통계값을 구하는 알고리즘이 복잡하며 그에 따른 계산량이 많을 뿐 아니라 분별기 구성도 복잡하고 어렵다[3].

본 논문에서는 영상의 결정적인 구분요소가 될 수 있는 질감 특성을 고려하기 위하여 구현이 비교적 간단한 DCT를 이용한 영상 검색 방법을 사용한다. 대용량의 영상 데이터베이스에 저장되는 영상들은 압축된 형태로 저장될 것이라는 점을 고려하면 별도의 복호화 과정이 필요 없는 변환영역에서의 방법이 필요하다. 또한, DCT를 이용할 경우 현재 정지영상과 동영상의 표준인 JPEG과 MPEG과의 호환성이 좋다는 추가의 장점이 있다.

DCT를 이용한 영상 검색 방법 중 DCT의 DC 성분을 이용한 영상 검색 기법은 구현의 간편성과 빠른 검색을 할 수 있는 장점이 있다[4]. 그러나 기존 방법은 DCT를 연산하기 위한 블록을 일정한 크기로만 고정하여야 하므로 블록 크기를 늘리면 검색 속도는 빠르지만 정보의 정확성이 떨어진다. 반대로 블록 크기를 줄이면 정보의 정확성은 높아지나 검색 속도가 느려지는 단점이 있다.

이 문제를 해결하기 위해 각 블록의 객체 유무를 판단하여 영상영역 패턴 테이블을 작성한 후 이 테이블을 이용하여 객체가 있는 영역에서 블록 크기를 줄이고, 그 밖의 영역에서는 블록 크기를 늘려 DCT의 블록 크기를 가변 한 후 DC 비교로 영상을 검색하는 방법을 제안한다. 제안한 기법은 영상에서 객체가 있는 영역에는 블록의 크기를 줄이고, 그 밖의 영역에서는 블록 크기를 늘려 정확성을 효율적으로 높일 수 있다.

한편 동일 패턴의 영상이 거의 없는 경우에는 기존의 방법은 전체 영상에 대하여 DCT 연산 후 비교 검색을 하여야 하나 제안한 기법은 영상영역패턴 비교만으로 DCT 연산 없이 빠르게 검색할 수 있다.

제안한 기법의 처리 과정은 전체 영상에 이진화 후 블록 단위로 객체의 유무를 판단하여 영상영역패턴 테이블을 작성한다. 이 정보를 이용해 가변적으로 영상을 블록화한 후 원 영상에 DCT의 직교 변환 특성을 이용하여 DC(Direct current) 성분을 추출한다. 추출한 DC 성분은 수직/수평 투영하여 데이터베이스의 색인 정보로 저장한다.

질의 영상이 들어오면 질의 영상의 영상영역패턴 테이블을 작성한다. 질의 영상의 패턴 테이블을 데이터베이스의 패턴 테이블과 비교하여 동일 패턴을 구하고, DC 비교로 검색한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 DCT에 대한 이론적 배경을 살펴본다. 3장에서는 가변 블록 DCT를 이용한 검색 기법에 대하여 설명한다. 4장에서 실험 결과와 성능을 분석한다. 5장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 언급한다.

2. DCT(Discrete cosine transform)

DCT는 직교변환을 이용하여 데이터를 특정한 성분으로 집중하여 데이터를 압축하며, JPEG과 MPEG 등 영상 압축 표준에 사용되는 기초 알고리즘이다[5].

식 (1)은 일반적인 2차원 M ×N DCT의 수식으로 원 영상의 특정 화소값 A_{mn}에 대한 주파수 변환 값 B_{pq}를 구하는 공식이다. 식 (2)는 주파수 공간으로 변환된 값 B_{pq}에서 원 영상 화소값 A_{mn}을 구하는 역 DCT 수식이다.

$$B_{pq} = \frac{2C(p)C(q)}{\sqrt{MN}} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos\left[\frac{(2m+1)p\pi}{2M}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)q\pi}{2N}\right] \quad (1)$$

$$A_{mn} = \sum_{p=0}^{M-1} \sum_{q=0}^{N-1} \frac{2C(p)C(q)}{\sqrt{MN}} B_{pq} \cos\left[\frac{(2m+1)p\pi}{2M}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)q\pi}{2N}\right] \quad (2)$$

여기서, $\begin{bmatrix} p = 0,1,\ldots,M-1 \\ q = 0,1,\ldots,N-1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} C(p) = C(q) = 1/\sqrt{2}, p = q = 0 \\ C(p) = C(q) = 1, p = q \neq 0 \end{bmatrix}$

영상에 대해 DCT를 적용할 경우 대부분의 중요한 정보는 일반적으로 저주파 영역에 집중 분포하기 때문에 저주파 영역의 정보만 저장하는 방식으로 영상을 압축할 수 있다. 또한 DCT는 복소수 계산을 하지 않는 계산상의 장점과 구현이 비교적 쉽다는 장점이 있다[6].

한편, DCT는 그 계수의 분포 특성이 점진적이므로 특징 추출 과정에서 많이 사용되고 있다. 특히 DC 부분의 정보만으로 전체 영상의 특징을 표현 할 수 있으므로 전체 영상을 DCT 처리 후 DC 성분만을

데이터베이스에 저장하여 영상 검색에 사용할 경우 우수한 성능을 보인다[4,7].

3. 가변 블록 DCT를 이용한 영상 검색

3.1 영상 정보 데이터베이스 생성

영상 정보 데이터베이스 생성 과정의 전체 구성은 그림 1과 같다.

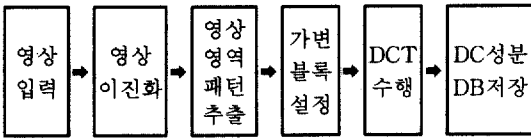



그림 1. 데이터베이스 생성 구성도

영상 정보 데이터베이스를 생성하기 위해 첫 번째 단계로 입력된 영상의 전체 영상에 대하여 전처리 과정으로 이진화를 한다.

이진화는 그림 2처럼 256 그레이 스케일 영상을 0과 1의 값으로 이루어진 영상으로 만드는 과정이다[8].

그림 2. 영상의 이진화 결과

입력 영상이 이진화 되었으면 이진화 된 영상을 8 ×8 크기의 블록으로 나눈다. 각 블록에서 실제 영상 데이터(IMG_{exist}, 값이 1)의 합이 임계값(TH = 32) 이상이면 그 블록은 객체가 있는 영역(AR_{exist})으로 설정한다. IMG_{exist} 합이 임계값 미만이면 객체가 없는 영역($AR_{non-exist}$)으로 설정하게 된다. 식 (3)은 영상영역패턴을 추출하는 수식이다.

$$\begin{cases} if \ \sum IMG_{exit} > TH \ , & AR_{exist} \\ otherwise \ , & AR_{non-exist} \end{cases} \tag{3}$$

256 ×256 영상에서는 32×32개의 정보를 얻을 수 있다. 객체가 있는 영역 AR_{exist} 과 객체가 적게 들어 있거나 없는 영역 $AR_{non-exist}$를 첫 번째 비교 정보인 영상영역패턴 테이블에 저장한다. 이 정보는 2차 검색에서 DCT를 가변 블록 하기 위한 기준자료로 사용하게 된다.

보다 정확한 정보를 얻을 수 있다. 다음 단계로 완성된 영상영역패턴을 바탕으로 각 블록별 DCT를 수행한다. 기존의 기법은 영상영역패턴 테이블이 없으므로 전체 영상에 대하여 동일한 크기의 블록으로 DCT를 수행하여 블록크기에 따른 정보의 정확성과 검색 속도의 비례를 일정하게 정할 수밖에 없었다 [4]. 그러나 본 논문에서는 영상영역패턴 테이블을 미리 작성하였으므로, 이것을 이용하여 원 영상에서 객체가 적거나 없는 영역인 $AR_{non-exist}$에서는 그대로 8 ×8 크기의 DCT를 수행한다. DCT 수행 중 객체가 많은 영역인 AR_{exist} 을 만나면 그 부분은 세부적으로 4 ×4 DCT를 수행한다. 그 결과 객체가 없는 부분에서는 빠른 처리를 수행하고, 객체가 실제로 있는 부분에서는 보다 정확한 정보를 얻을 수 있다.

이렇게 검출된 DC정보를 수직/수평 투영한 후 영상 검색 데이터베이스에 저장하게 되면 영상 정보 데이터베이스의 생성이 완료된다. 그림 3은 원 영상에서 AR_{exist}, $AR_{non-exist}$에 따른 가변 블록 DCT를 수행한 과정을 표현한 것이다.

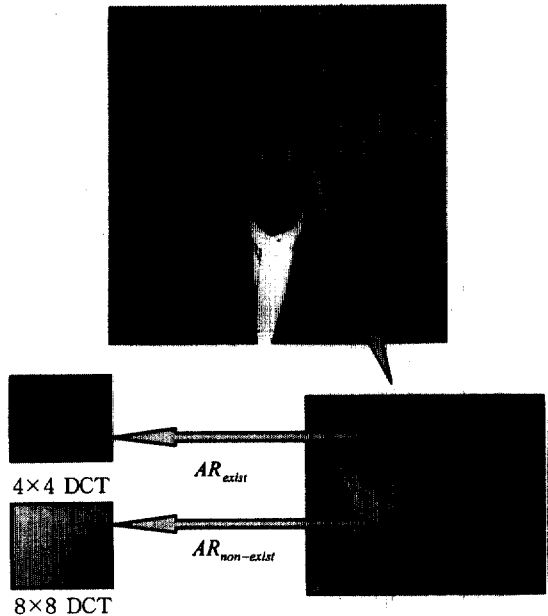



그림 3. 가변 블록 DCT의 적용

3.2 질의 영상 검색

질의 영상 검색은 영상 정보 데이터베이스 생성

과정을 질의 영상에 적용하여 수행한다. 질의 영상 검색 과정의 전체 구성은 그림 4와 같다.

질의 영상이 들어오면 영상을 이진화 시킨 후 영상 정보 데이터베이스 생성과 동일한 방법으로 AR_{exist}, $AR_{non-exist}$ 정보를 이용해 32×32개의 블록을 갖는 영상영역패턴 테이블을 작성한다.

질의 영상의 영상영역패턴 테이블이 얻어지면 그림 4와 같이 1차 패턴 비교를 한다. 즉 영상 정보 데이터베이스의 영상영역패턴 테이블과 질의 영상의 영상영역패턴 테이블만을 비교하여 검색을 할 수 있다. 1차 패턴 비교는 3가지 경우가 발생한다.

첫 번째는 검색을 통하여 동일 패턴 테이블을 가진 영상이 데이터베이스 상에 1개만 존재하는 경우로 원하는 영상을 1차 패턴비교에서 빠르게 검색할 수 있게 된다.

두 번째는 데이터베이스 상에 영상영역패턴 테이블의 값이 질의 영상과 동일한 정보가 여러 개 있는 경우로 질의 영상에 대해 영상 정보 데이터베이스 생성 과정과 같이 $AR_{non-exist}$에서는 8×8 DCT를 수행하며, AR_{exist}에서는 보다 많은 정보를 얻기 위해 4×4 DCT를 수행하여 질의 영상에 대한 DC 정보를 얻는 후 그림 4와 같이 2차 검색을 시도하게 된다.

세 번째는 동일 패턴이 없는 경우로 동일한 영상은 없는 것으로 인식하고 유사 영상을 검색하게 된다. 이때는 영상영역패턴 테이블을 통해 가변 블록을 이용할 수 없으므로 기존의 고정 블록 DCT를 이용하여 유사 영상을 검색한다.

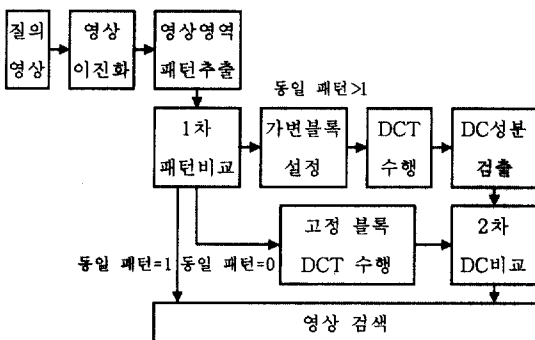



그림 4. 가변 블록 DCT 이용한 검색 구성도

한편, 비교 방법은 히스토그램 분포에 대한 유사도를 비교하는 척도로 히스토그램 교차 함수(histogram intersection measure) 방식[9]이 많이 사용되고, 식 (4)는 이를 정규화 한 수식이다.

$$H(I,Q)=\frac{\sum_{i=1}^{n}\min(I_i,Q_i)}{\sum_{i=1}^{n}Q_i} \quad (4)$$

여기서, I_i, Q_i 그리고 n은 데이터베이스 영상의 히스토그램, 질의 영상의 히스토그램, 그리고 히스토그램 빈의 개수를 나타낸다. 그러나 이 수식은 히스토그램 분포가 서로 교차하지 않는 경우, 예를 들면 입력으로 들어오는 질의 영상의 분포 특성이 데이터베이스의 히스토그램 분포에 비해 레벨이 아주 작을 경우 유사도가 1로 표현되므로, 다른 영상을 같은 영상으로 오인할 가능성이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 수평/수직 방향으로 투영된 히스토그램 분포 특성을 거리 함수를 이용하여 서로 근사 시킨 후 산술 평균을 구함으로써 보다 정확한 검색 방법[4]을 사용할 수 있고, 식 (5)와 같이 표현된다.

$$H_{dis}=\frac{H_{hor}+H_{ver}}{2}=\frac{\frac{\sum_{h=1}^{M}\sqrt{(I_h-Q_h)^2}}{g\times M}+\frac{\sum_{v=1}^{N}\sqrt{(I_v-Q_v)^2}}{g\times N}}{2} \quad (5)$$

여기서, I_h, I_v, Q_h, Q_v, g 그리고 M, N은 데이터베이스에 저장되어 있는 h번째, v번째 DC계수들의 투영 히스토그램, 입력으로 들어오는 질의 영상의 투영된 DC 히스토그램, 영상의 그레이 레벨, 그리고 투영축의 히스토그램 빈의 개수를 각각 나타낸다.

4. 실험 및 성능분석

본 논문에서 제안한 기법의 실험은 Visual C++를 사용하여 프로그래밍 하였다. 고정 블록 검색의 경우 제안 기법과 검색속도가 비슷한 8×8 블록을 사용하였다. 실험에는 영상 변화가 적은 'Clair'와 영상 변화가 많은 'Table tennis'라는 256×256 크기의 그레이 레벨 해상도를 갖는 영상 각각 80 프레임과 256×256 크기의 그레이 레벨 해상도를 갖는 다양한 종류의 40개 영상을 대상으로 하였다.

질의 입력 방법은 데이터베이스 내 영상 중에서 'Clair'나 'Table tennis' 관련 영상 각각 10개를 선택한다. 검색 결과는 각각의 질의 영상에 대한 제안한 기법과 고정 블록 기법의 검색을 실시하여 유사도가 높은 순으로 각 기법마다 4개의 영상을 화면에 출력

한다.

검색의 평가 방법으로 유사 매칭에 많이 사용되는 normalized precision과 recall statistics를 사용하였다[10]. 주어진 질의와 관련된 항목 수를 T라하고, T로부터 검색된 항목의 총수를 Tr, 검색된 항목 중 질의와 유사한 항목의 수를 Rr이라고 할 때 normalized precision은 식 (6)과 같고, recall statistics는 식 (7)과 같다.

$$precision = \frac{Rr}{Tr} \quad (6)$$

$$recall = \frac{Rr}{T} \quad (7)$$

첫 번째 실험은 영상의 변화가 적은 'Clair' 영상 10개를 임의로 질의하고 검색된 결과가 질의 영상의 전, 후 프레임일 경우를 Rr이라고 설정한 후의 결과로 표 1과 같다.

그림 5는 질의한 영상을 고정 블록 기법으로 검색한 결과의 예이고, 그림 6은 제안한 가변 블록 기법으로 검색한 결과의 예이다. 그림 5에서 검색순위 1번째, 3번째에서 유사 영상을 찾지 못하였다. 그림 6에서는 검색순위 3번째에서 유사 영상을 찾지 못하여 제안한 방식이 보다 낳은 정확성을 보인다.

'Clair' 영상 검색 시 normalized precision이 고정 블록 기법은 65%이나 제안한 가변 블록 기법은 80%로 향상되었다. 또한 recall statistics도 33%에서 40%로 향상되었다. Precision은 15%, recall은 7% 향상되었다.

표 1. Clair 영상 실험 결과

	DB수	질의수	T	Tr	Rr	Pre-cision	Re-call
고정	200	10	80	40	26	65%	33%
가변	200	10	80	40	32	80%	40%

두 번째는 변화가 많은 'Table tennis' 영상을 실험한 결과로 표 2와 같다.

영상의 변화가 많은 경우 두 기법 모두 정확성은 올라간다. 그러나 그림 7과 그림 8을 비교하면 제안한 기법이 순위 3번째에서 질의영상에 근접한 영상을 찾았음을 알 수 있다.

'Table tennis' 영상의 검색 시 precision은 고정 블록 기법은 75% 향상되나, 제안한 가변 블록 기법은 93%로 좀더 향상됨을 알 수 있다. 또한 recall도 38%보다 46%로 더 향상되었다.

표 2. Table tennis 영상 실험 결과

	DB수	질의수	T	Tr	Rr	Pre-cision	Re-call
고정	200	10	80	40	30	75%	38%
가변	200	10	80	40	37	93%	46%

한편 제안한 가변 블록 기법은 유사한 영상이 거의 없는 경우에는 영상영역패턴 테이블 비교 단계에서 DC 투영값 비교 없이 검색이 가능하다. 기존 기법을 이용할 시 전혀 연관이 없는 영상에 대해 전체 데이터베이스 상에서 비교 검색을 하나 제안한 기법은 연관이 없는 영상에 대하여서는 비교를 수행하지 않으므로 신속한 검색을 수행 할 수 있다.

그림 9는 고정 블록 기법을 사용한 예이고 그림

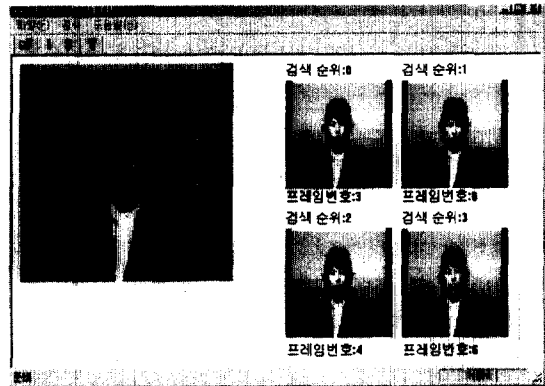



그림 5. 고정 블록 검색 결과 예

그림 6. 가변 블록 검색 결과 예

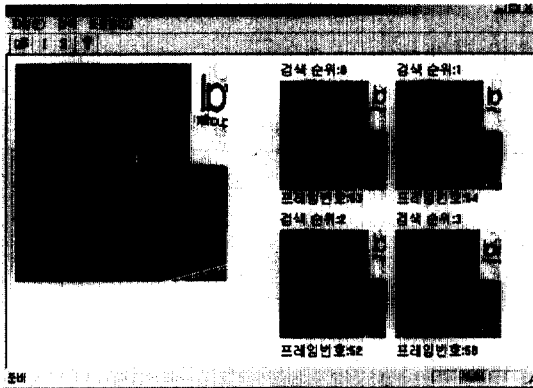
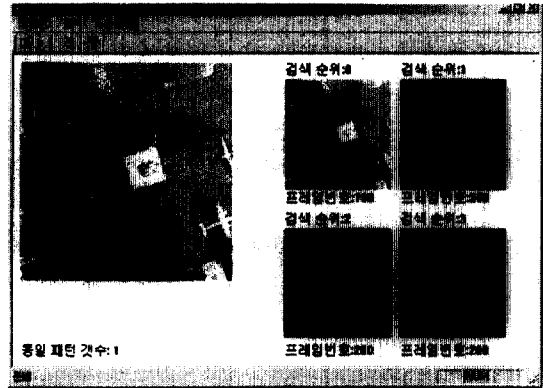



그림 7. 고정 블록 검색 결과 예

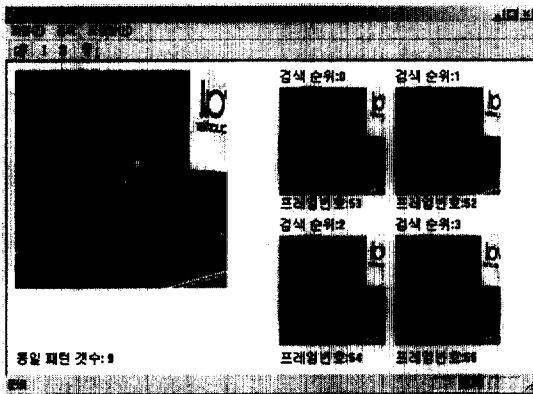



그림 8. 가변 블록 검색 결과 예

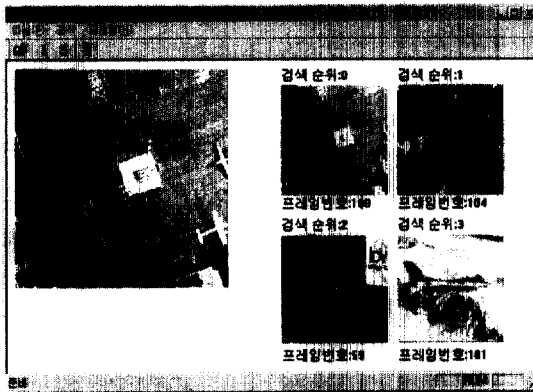



그림 9. 고정 블록 기법 결과 예

10은 가변 블록 기법을 사용하여 빠른 검색을 한 예이다. 그림 9의 경우 연관이 없는 영상도 모두 검색한 반면 그림 10의 경우 유사 영상이 없으므로 DC 비교를 수행하지 않고 동일 영상만 빠르게 검색하였다.

그림 10. 가변 블록 기법의 빠른 검색 예

5. 결 론

본 논문은 영상영역패턴 테이블을 만든 후 가변적으로 영상을 블록화 한 후 DC 성분을 추출하여 데이터베이스의 색인 정보로 저장하고, 영상영역패턴 테이블로 1차 검색을 수행한 후 동일 패턴이 여러 개인 경우 DC 성분을 비교 2차 검색하는 기법에 대하여 기술했다.

제안한 기법은 고정블록 기법에서의 검색 속도와 정보의 정확성간의 반비례 관계를 영상영역패턴 테이블을 이용한 가변 블록 기법으로 효율적인 구조로 바꿀 수 있었다.

고정 블록과 비교 실험한 결과 normalized precision은 영상의 변화가 적은 경우 약 15% 정도 향상되었고, recall statistic은 약 7% 정도 향상되었다. 특히 영상의 변화가 큰 경우고정 블록 기법과 비교하여 precision과 recall이 각각 약 20%, 8% 정도 향상되어 보다 좋은 정확성을 보였다.

검색 속도는 전처리 과정에 패턴 비교 과정이 추가되어 고정 블록 보다 지연이 있을 수 있다. 그러나 데이터베이스의 용량이 커지면 제안한 기법은 동일한 패턴에 대해서만 DC 비교를 하므로 전체 데이터베이스에서 DC 비교를 하는 고정 블록 기법과 비슷한 검색 속도를 얻을 수 있다. 특히 질의 영상이 데이터베이스에 동일 패턴이 거의 없는 경우에는 패턴 비교만으로 빠른 검색을 할 수 있었다.

앞으로 칼라 정보에 대한 연구가 추가된다면 좀더 복잡한 형태의 객체도 분류할 수 있는 시스템 구현이 가능하고, 이를 통해 여러 분야의 검색 시스템에서 다양한 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

[1] Binaghi E, Galiardi I & Schettini R, "Indexing and Fuzzy Logic-Based Retrieval of Color Images", IFIP Visual Database System II, Elsevier Science Publishers B.V, pp.79-92, 1995

[2] Micheal J. Swain, Dana H. Ballard, "Color Indexing", IJCV, Vol.7 No.1, pp.11-32, 1991

[3] 배회정, 이우선, 정성환 "지역 컬러분포 특성을 이용한 컬러 영상 데이터베이스 검색", 한국정보과학회 '96 가을 학술발표 논문집(A), 제 23권 2호, pp.197-200, 1996

[4] 강응관, 최종수, "투영된 DC 히스토그램의 거리 근사를 이용한 이미지 검색 기법," 한국통신학회논문지, vol.24, no.4B, pp.741-745, 1999

[5] Jerry D. Gibson, Toby Berger, Tom Lookabaugh, Dave Lindbergh and Richard L. Baker, *Digital Compression for Multimedia*, Morgan Kaufmann Publishers, pp.228-243, 1998

[6] Rao, K.R. and ip, P., *Discrete Cosine Transform, Algorithms, Advantages, Applications*, Academic Press, 1990

[7] Yasuo Ariki and Yoshiaki Sugiyama, "Classification of TV Sports News by DCT Features using Multiple Subspace Method," IEEE TRANSACTIONS, Vol.2 pp.1488-1491, 1998

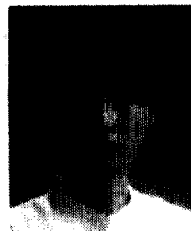
[8] Gregory A. Baxes, *Digital Image Processing*, John Wiley & Sons Inc, pp.70-79, 1994

[9] Swain, M. J. and Ballard, D. H., "Color indexing," Int. J. Computer Vision, Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991

[10] 안광일, 안재형, 모멘트 특성을 이용한 다중 객체 이미지 검색 시스템 구현, 멀티미디어학회 논문지, vol.3 No.5, pp.454-460,2000

[11] Yun Q. Shi and Huifang Sun, *image and Video Compression for Multimedia Engineer*, CRC Press, 2000

김 동 우

1997년 2월 충북대학교 정보통신공학과(학사)
1997년 3~2001년 2월 (주)현대전자 통신시스템연구소 연구원
2000년 3월~현재 충북대학교 정보통신공학과(석사과정)
E-mail : dubssi@chollian.net
관심분야 : 영상처리, 내용기반검색, 인터넷 통신 및 프로그래밍

서 은 주

1997년 2월 충주대학교 컴퓨터공학과(학사)
1997년 9월~1999년 3월 (주)대하전자 멀티미디어팀 연구원
2000.년 3월~현재 충북대학교 정보통신공학과(석사과정)
E-mail : minervas@bcline.com
관심분야 : 영상통신 및 영상정보처리 임베디드 시스템, RTOS

윤 태 승

1999년 2월 청주대학교 정보통신공학과(학사)
2001년 2월 충북대학교 정보통신공학과(석사)
2001년 3월~현재 충북대학교 정보통신공학과 박사 재학
E-mail : yuta@naver.com
관심분야 : 영상통신, 컴퓨터 비젼, HCI

안 재 형

1981년 충북대학교 전기공학과(학사)
1983년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
1992년 한국과학기술원 전기 및전자공학과(박사)
1987~현재 충북대학교 전기 전자공학부 교수
E-mail : jhahn@cbucc.chungbuk.ac.kr
관심분야 : 영상 통신및 영상정보처리, 멀티미디어 제작 및 정보제공, 인터넷 통신 및 프로그래밍